



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS
CURSO DE AGRONOMIA

**EFEITO DO SILÍCIO APLICADO VIA SEMENTES NA EMERGÊNCIA E NO
CRESCIMENTO INICIAL DE VARIEDADES DE SOJA**

VICTOR HUGO DE CARVALHO SOUSA

AREIA - PB
FEVEREIRO DE 2017

VICTOR HUGO DE CARVALHO SOUSA

**EFEITO DO SILÍCIO APLICADO VIA SEMENTES NA EMERGÊNCIA E NO
CRESCIMENTO INICIAL DE VARIEDADES DE SOJA**

Trabalho de graduação apresentado à
coordenação do curso de Agronomia do
Centro Ciências Agrárias, Universidade
Federal da Paraíba em cumprimento às
exigências para obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo.

Prof. Dr.: Rummenigge de Macêdo Rodrigues
Centro de Uruçuí/UESP - Orientador

Prof. Dr. Leossávio César de Souza
(DFCA/CCA/UFPB) - Coorientador

AREIA - PB
FEVEREIRO DE 2017

VICTOR HUGO DE CARVALHO SOUSA


EFEITO DO SILÍCIO APLICADO VIA SEMENTES NA EMERGÊNCIA E NO
CRESCIMENTO INICIAL DE VARIEDADES DE SOJA

APROVADO EM: 10/02/2017

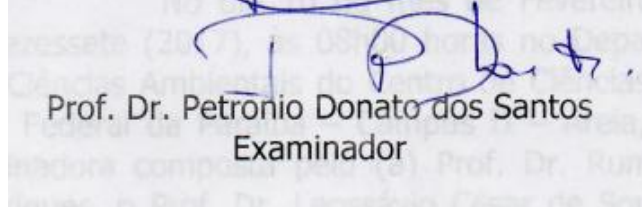
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Rummenigge de Macêdo Rodrigues
Orientador
Centro de Uruguí/UESPI



Prof. Dr. Leossávio César de Souza
Examinador



Prof. Dr. Petronio Donato dos Santos
Examinador

AREIA - PB

FEVEREIRO DE 2017

Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, Campus II, Areia – PB.

S725e Sousa, Victor Hugo de Carvalho.

Efeito do silício aplicado via sementes na emergência e no crescimento inicial de variedades de soja / Victor Hugo de Carvalho Sousa. - Areia: UFPB/CCA, 2017.
XI, 24 f.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2017.

Bibliografia.

Orientador (a): Prof. Dr. Rummenigge de Macêdo Rodrigues.

Coorientador: Prof. Dr. Leossávio César de Souza

1. Cultura agrícola – Soja. 2. Adubação mineral – Silício. 3. *Glycine max*. I. Rodrigues, Rummenigge de Macêdo (Orientador) II. Souza, Leossávio César de. III. Título.

UFPB/CCA

CDU: 633.34

Dedico este Trabalho de Conclusão de Curso às pessoas mais importantes da minha vida: meus pais, Josivaldo Jose de Sousa e Maria Aparecida de Carvalho Sousa, a minha avó Severina Minervina de Carvalho (*in memorian*) que confiaram no meu potencial para esta conquista. Não conquistaria nada se não estivessem ao meu lado. Obrigado, por estarem sempre presentes em todos os momentos, me dando carinho, apoio, incentivo, determinação, fé e, principalmente, pelo Amor de vocês.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por estar sempre ao meu lado em todos os momentos, pela proteção e força para vencer as dificuldades da vida. Sei que “tudo posso naquele que me fortalece”.

Aos meus pais, Josivaldo Jose de Sousa e Maria Aparecida de Carvalho Sousa, que dedicaram a vida e me ensinaram a vivê-la com dignidade, não bastaria um obrigado.

A meus avós Severina Minervina (*in memorian*), Benone Antonio (*in memorian*) e Jose João (*in memorian*), por tudo que me ensinaram e fizeram por mim

As minhas irmãs e meus sobrinhos, Vivian Carvalho, Gabriela Carvalho, Rafaela Carvalho, Pedro Miguel e Matheus Luca.

A todos da minha família em especial a meu tio Luis Jorge de Carvalho e meus padrinhos Maria Margarida e Inácio (*in memorian*).

Ao amigo e grande professor, Rummenigge Macêdo, pela paciência, coerência, clareza e dedicação nos ensinamentos transmitidos, sempre disposto a atender minhas necessidades e dúvidas e por me orientar neste Trabalho de Conclusão de Curso.

Aos avaliadores professor Leossavio e professor Petrônio, por estarem sempre disponíveis para esclarecimentos de dúvidas.

A todos os membros da família A4 Adeilson Melo, Anderson Tenório, Arthur, Neto, Ronaldo e Rodolfo, por todos os momentos, sendo eles bons ou ruins estamos sempre juntos.

Aos meus companheiros da residência Haile, Arthur Braz, Josias, Cassio, PC, Diogo, Lucas, Jorge, Walber, Alberto, Igão, Wagner por todos momentos bons e ajudas que me deram sempre que precisei.

A toda turma 2011.2 Gabriela Torres, Anne Caroline, Bruna, Isabel Cristina, Priscila, Gisliane, Mayra Germana, Mayara Silva, Natalia, Maria, Marcos, João Rafael, Robson, André, Aldeir, Talles, Luan, José Ricardo, Jaime, João Pedro, Matheus.

A todos amigos que fiz aqui no CCA Eduardo Vieira, André Spinosa, Rodolfo, Marcelino, João Pedro, Wagner Moraes, Tainã, Bianca, Chicória, Lucilo, Saulo, Bruno, Romero, Vital, João Ítalo, Antônio Neto.

A todos os meus amigos de Timbaúba-PE em especial Adriano, Davi, Luciano Emiliano, Nal, Luiz Carlos, Tony, Geovane, Anderson Antonio, Anderson, Inácio, Raquel, Edilson, Eito, João, Ellyson, Edilene, Arimatéia, Ismael.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Croqui do experimento Areia-PB, 2016.....	8
Figura 2. Índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de soja submetida a adubação silicatada via tratamento de sementes.	10
Figura 3. Altura de plantas de plantas (Alt) de diferentes variedades de soja, submetida a adubação silicatada via tratamento de sementes.	11
Figura 4. Área foliar (AF) de plantas de soja submetida a adubação silicatada via tratamento de sementes.	12
Figura 5. Diâmetro do caule (DC) de plantas de soja submetida a adubação silicatada via tratamento de sementes.	13
Figura 6. Comprimento de raiz (CR) das variedades de soja submetida a adubação silicatada via tratamento de sementes.	144
Figura 7. Diâmetro de raiz (DR) das variedades de soja submetida a adubação silicatada via tratamento de sementes.	155
Figura 8. Massa seca da parte aérea (MSPA) das variedades de soja submetida a adubação silicatada via tratamento de sementes.	166
Figura 9. Massa seca de raiz (MSR) de diferentes variedades de soja, submetida à adubação silicatada via tratamento de sementes.	17

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS	vi
SUMÁRIO.....	vii
RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1. Soja origem e distribuição	3
2.2. Classificação botânica.....	4
2.3. Importância econômica.....	5
2.4. Silício e as plantas.....	5
3. MATERIAL E MÉTODOS	8
3.1. Local de execução do experimento.....	8
3.2. Delineamento experimental	8
3.3. Substrato utilizado e unidades experimentais	8
3.4. Fonte de silício e tratamento fitossanitário das sementes	9
3.5. Semeadura, desbaste, irrigação e condução do experimento	9
3.6. Variáveis analisadas.....	9
3.7. Análises estatísticas	9
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	10
Índice de velocidade de emergência (IVE)	10
Altura de planta (Alt)	10
Área foliar (AF).....	12
Diâmetro do caule (DC)	12
Crescimento radicular (CR)	13
Diâmetro da raiz (DR).....	14
Massa seca da parte aérea (MSPA)	15
Massa seca da raiz (MSR).....	16
5. CONCLUSÕES.....	18
6. REFERÊNCIAS	19

SOUSA, V. H. C. **Efeito do silício aplicado via sementes na emergência e no crescimento inicial de variedades de soja**. Areia, PB, 2017. 24f. Graduação em Agronomia. Orientador: Prof. Dr. Rummenigge de Macêdo Rodrigues.

RESUMO

A soja é a oleaginosa mais produzida e consumida no mundo, sendo necessário sempre utilizar de novas técnicas que maximize a produção. O tratamento de sementes visando a adequada nutrição possibilita elevar a produtividade, principalmente em regiões que apresentam solos deficientes em minerais e que adotam elevados níveis de tecnologia de manejo das culturas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do silício na emergência de sementes e no crescimento inicial de variedades de soja aplicado via sementes. O experimento foi desenvolvido em ambiente telado do Centro de ciências Agrárias da UFPB, localizado no município de Areia-PB. Os tratamentos foram distribuídos em blocos casualizados, com três repetições, em esquema fatorial 3 x 5, sendo três variedades de soja (FTR 1186 IPRO = V1; FTR 1192 IPRO = V2 e FTR 3190 IPRO = V3) e cinco doses de silício (0, 30, 60, 90, e 120 g 100 kg de sementes). As unidades experimentais constaram de vasos com capacidade para 5 L acondicionados com 4,5 litros de solo. Para cada unidade experimental foram semeadas seis sementes. Após formação das plântulas foi realizado um desbaste deixando-se apenas a mais vigorosa. As regas foram conduzidas mantendo-se a umidade do solo próximo à capacidade de campo. As variáveis analisadas foram índice de velocidade de emergência, diâmetro de caule, altura de plantas, massa seca da parte aérea e de raiz, diâmetro de raiz, comprimento de raiz e área foliar. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste “F” e regressão polinomial para doses de silício. As variáveis índice de velocidade de emergência, diâmetro do caule e área foliar não foram influenciadas significativamente pelas doses de silício aplicadas, apresentando valores médios de 6,4; 3,9 mm e 374,2 cm². Para altura de planta e massa seca da raiz a variedade V2 apresentou maior valor, 28,5 cm e 1,7 g.planta⁻¹. Para as variáveis comprimento de raiz e diâmetro de raiz, a V1 ajustou-se ao modelo linear crescente com incremento de 41,4 e 26,7% em relação a maior e menor dose. Quanto a massa seca da parte aérea as variedades V1 e V3 não foram influenciadas pelas doses de silício, apresentando valores médios de 1,8 e 1,9 g.planta⁻¹. Para a V2 o valor mínimo estimado foi de 1,65 g.planta⁻¹. Conclui-se que o silício não influencia a emergência das sementes e as variedades respondem distintamente ao silício aplicado via semente até o estágio vegetativo 5.

PALVRAS-CHAVE: *Glycine max*, adubação mineral, elementos benéficos.

SOUSA, V. H. C. **Effect of silice applied via seeds in emergency and initial growth of soybeans varieties**. Areia, PB, 2017. 24f. Graduation in Agronomy. Advisor: Prof. Dr. Rummenigge de Macêdo Rodrigues.

ABSTRACT

Soybeans are the most produced and consumed oleaginous in the world, being necessary always to use of new techniques that maximize the production. The treatment of seeds aiming at adequate nutrition makes it possible to increase productivity, especially in regions that have mineral deficient soils and that adopt high levels of crop management technology. The objective of this work was to evaluate the effect of silicon on seed germination and the initial growth of soybean varieties applied to the seeds. The experiment was carried out in a setting of the Postgraduate Program in Agronomy of the Agricultural Sciences Center of the Federal University of Paraíba. Located in the city of Areia-PB. The treatments were distributed in randomized blocks, with three replications, in a 3 x 5 factorial scheme, with three soybean varieties (FTR 1186 IPRO = V1, FTR 1192 IPRO = V2 and FTR 3190 IPRO = V3) and five doses of silicon (0, 30, 60, 90 , And 120 g/100 kg of seeds). The source of silicon used was potassium silicate. The experimental units consisted of 5 L pots conditioned with 4.5 liters of soil. For each experimental unit six seeds were sown. After formation of the seedlings a thinning was made leaving only the most vigorous. The irrigations were conducted maintaining the soil moisture near the field capacity and the experiment was conducted during the vegetative stage of the crop. The variables analyzed were index of emergence speed, stem diameter, plant height, dry shoot and root dry mass, root diameter, root length and leaf area. The data were submitted to analysis of variance by the "F" test and polynomial regression for silicon doses. The variables index of emergence velocity, stem diameter and leaf area were not significantly influenced by the applied silicon doses, presenting average values of 6.4; 3.9 mm and 374.2 cm². For plant height and dry mass of the root, the variety V2 presented higher value, 28.5 cm and 1.7 g.plant⁻¹. For the variables root length and root diameter, the V1 adjusted to the linear model increasing with 41.4 and 26.7% increase in relation to the higher and lower dose. As for the dry matter of the aerial part, the varieties V1 and V3 were not influenced by the doses of silicon, presenting average values of 1.8 and 1.9 g.plant⁻¹. For V2, the minimum estimated value was 1.65 g.plant⁻¹. It is concluded that silicon does not influence seed emergence and the varieties respond differently to silicon applied via seed up to the vegetative stage 5.

KEYWORDS: *Glycine max*, mineral fertilization, beneficial elements.

1. INTRODUÇÃO

A soja, *Glycine max* (L.) Merrill, é a cultura de maior expressão de cultivo no Brasil, chegando a ocupar na safra 2015/2016 uma área de 33,17 milhões de hectares, o que totalizou uma produção de 95,63 milhões de toneladas (EMBRAPA, 2016). A nível mundial, a soja aparece como sendo a oleaginosa mais produzida e consumida. Tal fato se explica devido à importância desse grão para o consumo humano e animal. Com relação à economia, a soja é um produto que está em constante demanda e chega a movimentar bilhões de reais, fazendo com que maiores produtividades sejam sempre almejadas (CONAB, 2016).

Dentro do sistema produtivo, o uso de sementes de alta qualidade é indispensável para obtenção de um estande ideal de plantas, pois de acordo com Kolchinski et al. (2005) sementes de soja com alta qualidade fisiológica irão proporcionar plantas com maiores taxas de crescimento e eficiência metabólica, maior área foliar, produção de matéria seca e maiores rendimentos, aumentando assim as chances de sucesso da lavoura.

Além disso, o tratamento de sementes, que consiste na aplicação de processos e substâncias que preservem ou aperfeiçoem seu desempenho, permite que as culturas expressem todo seu potencial genético. De modo geral, o tratamento inclui a aplicação de defensivos, produtos biológicos, inoculantes, estimulantes, micronutrientes ou a submissão a tratamento térmico ou outros processos físicos (DARONCO, 2013).

Alguns nutrientes são utilizados pelas plantas em pequenas quantidades e acabam dificultando uma distribuição uniforme na área de cultivo. Desta forma, o tratamento de sementes pode ser uma alternativa altamente viável e de suma importância para o sucesso produtivo da cultura (OLIVEIRA et al., 2013). Dessa forma, o tratamento de sementes com elementos minerais possibilita elevar a produtividade, principalmente em regiões que apresentam deficiência de minerais e que adotam elevados níveis de tecnologia de manejo das culturas.

O silício, apesar de não ser um nutriente essencial às plantas, sua influência benéfica na produtividade de diferentes culturas é comprovada. Estudos com o silício têm demonstrado que este elemento tem aumentado a resistência física de várias espécies, devido ao aumento da espessura da lamela média (DATNOFF et al., 2007). A aplicação de silicato pode aumentar a resistência das plantas ao excesso de alumínio (WISE et al., 2007) e na cultura da soja, tais aplicações influenciam positivamente na produtividade e diminuição da área foliar atacada por lagartas (ZELIN, BUSSOLARO E SIMONETTI, 2011).

O silício atua por meio de várias ações indiretas, como a diminuição do auto sombreamento, deixando as folhas mais eretas, maior tolerância ao acamamento, maior rigidez estrutural dos tecidos, proteção contra estresses abióticos, como redução da toxicidez de alumínio, manganês, ferro e sódio e estresses bióticos, aumento na proteção contra patógenos e insetos fitófagos, podendo assim estimular o crescimento e a produção vegetal (EPSTEIN, 1994; MARSCHENER, 1995).

Nesse contexto o presente trabalho tem como objetivo avaliar o efeito do silício na germinação de sementes e no crescimento inicial de variedades de soja aplicado via sementes.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Soja origem e distribuição

A soja (*Glycine max* Merrill) é originária da Manchúria, antigo nome dado a região que hoje corresponde ao Leste da China. É uma das culturas mais antigas, utilizada como alimento há pelo menos cinco mil anos, sua disseminação pelo mundo se deu pela intermediação de viajantes ingleses e por imigrantes orientais (FARIAS et al., 2007). As variedades que cultivamos nunca foram encontradas na natureza e são muito diferente dos seus ancestrais, que eram plantas rasteiras (HYMOWITZ, 1970; EMBRAPA, 2000) e provavelmente sua aparição se deu através de cruzamentos naturais com outras espécies de plantas rasteiras, que se desenvolvia ao longo do Rio Amarelo, no Leste da China (FARIAS et al., 2007).

Acredita-se que a soja tenha sido introduzida nas Américas em 1765 como forragem. Os primeiros relatos de estudos científicos feitos com soja nos Estados Unidos foram em 1879, no Rutgers Agricultural College, em Nova Jersey, onde as primeiras variedades utilizadas eram originárias da China (FEDERIZZI, 2005). Porém somente em 1919, quando a soja passou a ser destaque em vários lugares do mundo, o Estados Unidos começou a se importar de fato com a cultura, chegando a criar a associação em torno de toda a cadeia da soja, da produção até a comercialização, conhecida hoje como ASA (REVISTA FUNCIONAIS & NUTRACÊUTICOS, 2007).

No Brasil, a cultura da soja foi introduzida no ano de 1882 no estado da Bahia. Porém as cultivares utilizadas na época, foram desenvolvidas nos Estados Unidos, e não conseguiram adaptar-se as condições aqui encontrada. Somente a partir do ano de 1891, novas cultivares introduzidas em Campinas, no estado de São Paulo, conseguiram apresentar um bom desempenho. No mesmo ano foram introduzidas culturas de soja também no Rio Grande do Sul. Com a chegada dos imigrantes japoneses em São Paulo por volta de 1908, novas cultivares foram introduzidas e estas eram mais voltadas para o consumo humano (SEDIYAMA, 2009).

Em 2016 contamos 134 anos da introdução da soja no Brasil, porém essa cultura permaneceu esquecida por muitos anos, vindo a ter uma grande representatividade no país somente a partir da década de 70, chegando a se tornar nos dias atuais o principal grão produzido (SEDIYAMA, 2009).

2.2. Classificação botânica

De acordo com Sedyama (2009), a soja pertence ao reino *Plantae*, filo/divisão classe *Magnoliopsida*, ordem *Fabales*, família *Fabaceae* (*Leguminosae*), subfamília *Faboideae* (*Papilionoideae*), gênero *Glycine*, espécie *Glycine max* e forma cultivada *Glycine max* (L.) Merrill.

O sistema radicular da soja é do tipo pivotante, apresentando uma raiz principal bem desenvolvida e raízes secundárias distribuídas em quatro ordens, em geral são ricas em nódulos de bactérias *Rhizobium japonicum*. Tais bactérias possuem como característica a fixação de nitrogênio atmosférico, sendo isto uma vantagem para a cultura da soja, já que suas raízes vivem em simbiose com as bactérias (FARIAS et al., 2007).

Seu caule apresenta consistência herbácea, porte ereto variando de 60 cm a 1,50 m e pubescência. A arquitetura da planta apresenta ramos bastante ramificados e alongados, e todos eles formam ângulos variáveis com haste principal alongada (MISSÃO, 2006).

Possuem um par de folhas simples, as quais estão inseridas opostamente no primeiro nó, acima do nó cotiledonar; possuem pecíolos longos, porém o seu comprimento varia em função do tipo de folha, posição da folha, da cultivar e das condições de luminosidade. As demais folhas são compostas, trifolioladas, cujas dimensões foliares dependem do vigor da planta (MÜLLER, 1981; SEDIYAMA et al., 1996; SEDIYAMA, 2009).

As flores são completas e axilares ou terminais, variando de 2 a 35 por racemo, do tipo papilionada, brancas, amarelas ou violáceas, segundo a cultivar. Os frutos, do tipo vagem, são achatados, curtos, de 2 a 7 cm de comprimento, de cor cinzenta, amarelo-palha ou preta e pode chegar a 400 por planta, com número de grãos variando de 1 a 5 por vagem, mas a maioria das cultivares possuem 2 a 3 sementes (MÜLLER, 1981; SEDIYAMA et al., 1996; MASCARENHAS et al., 2005; SEDIYAMA, 2009).

As sementes são geralmente elípticas e achatadas, completamente lisas e ligeiramente brilhantes, diferindo quanto à intensidade de seu brilho em razão da presença de ceras na superfície da cutícula. Todavia, existem cultivares que possuem sementes foscas, de cor amarela, verde ou preta. O hilo pode apresentar variação na cor de marrom, amarela, marrom-clara, preta imperfeita e preta, no entanto podem ocorrer variações nas tonalidades, em razão da origem genética e das condições de cultivo (MÜLLER, 1981; SEDIYAMA et al., 1996).

2.3. Importância econômica

A soja é a oleaginosa mais produzida e consumida mundo. Tal fato se explica devido à importância desse grão no consumo humano e animal (SILVA et al., 2011). Com relação à economia, a soja é um produto que está em constante demanda e chega a movimentar bilhões de reais, fazendo com que maiores produtividades sejam sempre almejadas (CONAB, 2016).

Nos dias atuais estima-se que área de soja plantada em todo mundo chegue a 119,732 milhões de hectare com uma produção de 312,362 milhões de toneladas, os Estados Unidos destaca-se como maior produtor, apresentando 33,109 milhões de hectare em área plantada e uma produção de 106,934 milhões de toneladas, o Brasil aparece como segundo maior produtor com uma área plantada estimada em 33,177 milhões de hectare e uma produção de 95,631 milhões de toneladas (EMBRAPA, 2016).

A soja é a cultura agrícola brasileira que mais cresceu nas últimas três décadas e corresponde a 49% da área plantada em grãos do país. O aumento da produtividade está associado aos avanços tecnológicos, ao manejo e eficiência dos produtores (MAPA, 2016). Quando se associa a elevada produtividade, aos baixos custos de produção e aos preços competitivos no mercado internacional, o resultado converge em apontar a soja como uma das atividades mais expressivas da agricultura brasileira na pauta de exportações (SILVA et al., 2011).

Sabe-se que a soja faz parte da alimentação dos chineses a milênios, porém somente nos atuais que esse alimento foi considerado como funcional, ou seja além de proporcionar as funções nutricionais básicas, produz efeitos benéficos a saúde. Além do grão como alimento funcional, a soja é utilizada para produção de produtos como chocolate, temperos prontos e massas. Derivados de soja também costumam conter soja em composição, assim como mistura para bebidas, papinhas para bebês e muito alimentos dietético (APROSOJA BRASIL, 2014).

2.4. Silício e as plantas

O silício por não atender aos critérios diretos e indiretos de essencialidade não é considerado essencial para as plantas, porém seus benefícios já são agronomicamente comprovados. Tais benefícios podem ser observado nas mais diferentes formas de fornecimento desde micronutriente as plantas, via aplicação foliar, no tratamento de sementes e via solo (OLIVEIRA et al., 2015a; MENDES et al., 2011).

A presença desse nutriente na planta, promove o aumento da resistência física em várias espécies, devido ao aumento da espessura da lamela média, na sua maioria, monocotiledôneas (DATNOFF *et al.*, 2007). Pode ainda estimular o crescimento e a produção vegetal por meio de várias ações indiretas, como a diminuição do auto-sombreamento, deixando as folhas mais eretas, maior tolerância ao acamamento, maior rigidez estrutural dos tecidos, proteção contra estresses abióticos, como redução da toxicidade de alumínio, manganês, ferro e sódio, e estresses bióticos, aumento na proteção contra patógenos e insetos fitófagos (EPSTEIN, 1994; MARSCHNER, 1995). Na cultura da soja especificamente, influenciam positivamente na produtividade e diminuição da área foliar atacada por lagartas (ZELIN, BUSSOLARO E SIMONETTI, 2011).

A absorção de silício pelas plantas dá-se como ácido monossilícico, H_4SiO_4 , de forma passiva, com o elemento acompanhando a absorção da água (JONES; HANDRECK, 1967). Seu transporte ocorre via xilema, e sua distribuição na planta está relacionada com a taxa transpiratória das partes da planta. Esta distribuição depende muito da espécie, sendo uniforme nas plantas que acumulam pouco silício e nas acumuladoras, como o arroz (*Oryza sativa*), 90% do elemento encontra-se na parte aérea (MALAVOLTA, 1980; KORNDÖRFER; GASCHO, 1999). O elemento é imóvel na planta, sendo depositado nas lâminas foliares, bainhas foliares, colmos, cascas e raízes, sendo que na lâmina foliar o acúmulo é maior que na bainha foliar.

Com relação a quantidade de silício absorvida pelas plantas, existe uma grande disparidade, podendo ser observadas diferenças até mesmo entre genótipos de uma espécie. Grothge-Lima (1998) observou diferenças genotípicas significativas em soja, quando o substrato apresentava níveis elevados de silício. Com adição de 100 mg L⁻¹ de Si à solução nutritiva, o cultivar Garimpo Comum absorveu e translocou para a parte aérea 37 e 22% mais silício que o cultivar Emgopa 301, com a presença ou ausência de nodulação, respectivamente. Em um levantamento com 175 espécies vegetais que cresceram em um mesmo solo, Miyake e Takahashi (1985) distinguiram-nas em acumuladoras de silício, onde a absorção do referido nutriente excedeu a absorção de água, e não acumuladoras de silício, em que a absorção do mesmo foi similar ou menor do que a absorção de água.

Comumente as fontes tradicionalmente mais utilizadas na agricultura são os silicatos de cálcio e magnésio, no entanto as quantidades de Si presentes em tais fontes, é consideravelmente baixa e além do mais são insolúveis ou apresentam baixa solubilidade em água. Uma fonte de silício solúvel que pode utilizado é o silicato de potássio. Áreas de cultivos que optaram por fazer o uso dessa fonte solúvel, apresentaram elevações significativas na

produção em virtude do aumento da eficiência no uso de nutrientes imóveis, como o cálcio, ferro, zinco, manganês e cobre, e consequentemente maior resistência ao ataque de pragas e doenças (RODRIGUES et al., 2007). Sousa et al., (2010), constatou que a utilização de K_2SiO_3 via foliar aumenta a eficiência fotossintética da planta.

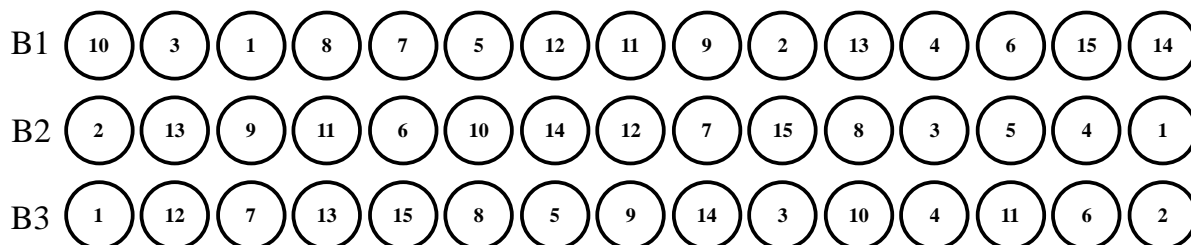
3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local de execução do experimento

O experimento foi desenvolvido em ambiente telado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia do Centro de ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba. Localizado no município de Areia-PB. O clima da região, segundo a classificação de Köppen-Geiger, é do tipo As' (quente e úmido), com estação chuvosa no período de março a julho e precipitação pluviométrica média anual de 1.200 mm.

3.2. Delineamento experimental

Os tratamentos foram distribuídos em blocos casualizados, com três repetições, em esquema fatorial 3 x 5, sendo três variedades de soja (FTR 1186 IPRO = V1; FTR 1192 IPRO = V2; e FTR 3190 IPRO = V3) e cinco doses de silício (0, 30, 60, 90, e 120 g 100 kg de sementes).



B1,2 e 3 = Blocos 1, 2 e 3; $\textcircled{10}$ = unidade experimental com seu respectivo tratamento. T1=V1 D1; T2=V1D2; T3=V1D3; T4=V1D4; T5=V1D5; T6=V2D1; T7=V2D2; T8=V2D3; T9=V2D4; T10= V2D5; T11=V3D1; T12=V3D2; T13=V3D3; T14= V3D4; T15= V3D5; T = tratamento; V = variedade; D = dose.

Figura 1. Croqui do experimento Areia-PB, 2016.

3.3. Substrato utilizado e unidades experimentais

Como substrato foram utilizados materiais de um Neossolo Regolítico (SANTOS et al., 2006) coletado na camada de 0-20 cm. Amostras do solo foram separadas e caracterizadas quanto à fertilidade e a física do solo (EMBRAPA, 1997). As unidades experimentais consistiram de vasos com capacidade para 5,0 litros acondicionados com 4,5 L de substrato.

3.4. Fonte de silício e tratamento fitossanitário das sementes

Como fonte de silício, utilizou-se o silicato de potássio (K_2O 131g/L e Si 131g/L). As sementes foram tratadas com fungicida (tiofanato metílico 5,0g do i.a.100 Kg de sementes⁻¹) e inseticida (fipronil 50,0g do i.a.100 Kg de sementes⁻¹) conforme Oliveira et. al. (2014).

3.5. Semeadura, desbaste, irrigação e condução do experimento

Para cada unidade experimental foram semeadas seis sementes na profundidade de 1 cm. Após formação das plântulas foi realizado um desbaste deixando-se apenas a mais vigorosa. As regas foram conduzidas mantendo-se a umidade do solo próximo à capacidade de campo. O experimento foi conduzindo durante o estágio vegetativo da cultura conforme escala de Fehr & Caviness (1977).

3.6. Variáveis analisadas

As variáveis analisadas foram índice de velocidade de emergência, matéria seca da parte aérea e da raiz, área foliar, altura de planta e diâmetro do caule, número de folhas, comprimento e diâmetro radicular. Para as mensurações das referidas variáveis foram utilizadas régua milimetrada, balança analítica, contagem direta e estufa de circulação forçada de ar.

3.7. Análises estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste “F” e regressão polinomial para doses de silício. Para o processamento dos dados utilizou-se o programa SAS (SAS INSTITUTE INC, 2008).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Índice de velocidade de emergência (IVE)

Observa-se na Figura 2 que o índice de velocidade de emergência não foi influenciado pelas diferentes doses de silício aplicadas via semente. Resultados semelhantes foram encontrados por Pereira et al., (2010) onde as diferentes doses de silício não influenciaram o índice de velocidade de emergência de sementes de arroz.

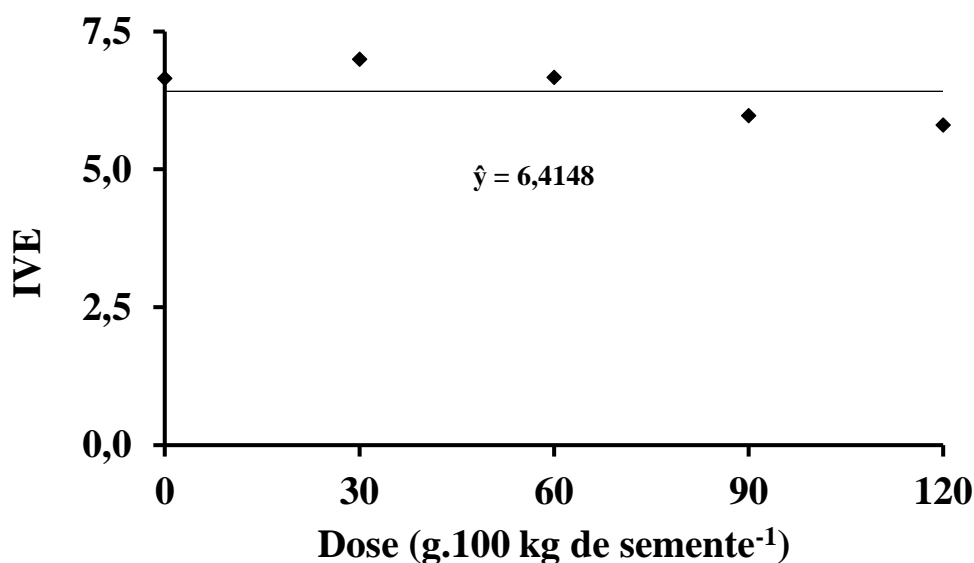


Figura 2. Índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de soja submetida a adubação silicatada via tratamento de sementes.

Da mesma forma Lima et al., (2009) observaram para cultura da soja. Já Vieira et al., (2011) avaliando a qualidade de sementes de arroz irrigado produzidas com diferentes doses de silício, constataram que o efeito das doses aplicadas, sobre o vigor das sementes, determinado por meio dos testes de emergência e índice de velocidade de emergência, tendem a ter maiores valores para a dosagem. Acima desses valores a resposta não foi positiva, possivelmente devido a uma provável toxidez causada pelas dosagens mais elevadas do produto utilizado.

Altura de planta (Alt)

A altura não foi influenciado pelas diferentes doses de silício aplicadas via sementes, sendo constatado apenas diferença significativa entre as variedades de soja (Figura 3). Nesse

sentido, observou-se que a variedade V2 (FTR 1192 IPRO), apresentou maior altura, tendo diferido apenas da variedade V3 (FTR 3190 IPRO).

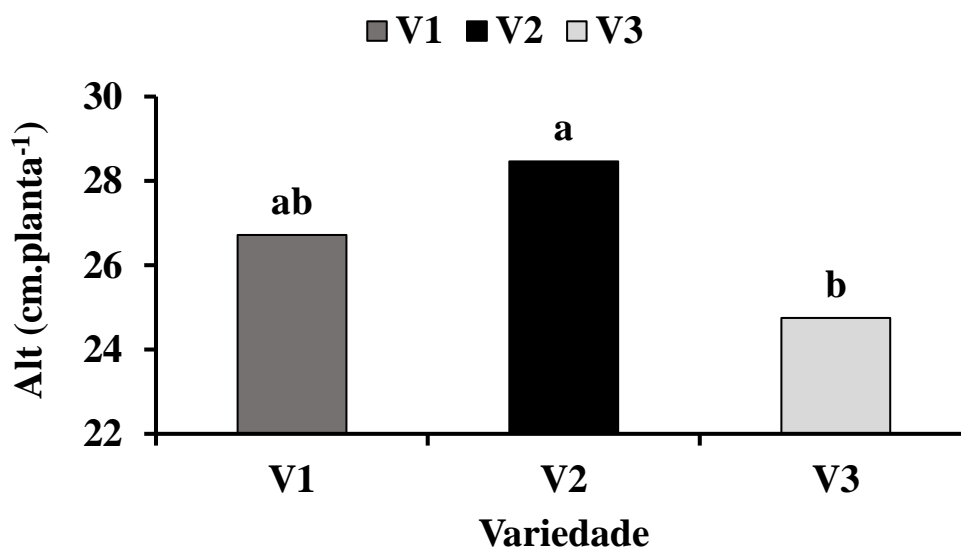


Figura 3. Altura de plantas de plantas (Alt) de diferentes variedades de soja, submetida a adubação silicatada via tratamento de sementes.

Plantas diferem bastante na sua capacidade de absorver Si, até mesmo genótipos de uma espécie podem apresentar concentrações distintas, como é o caso dos genótipos de arroz, que apresentam respostas diferentes a aplicação de Si (DEREN et al., 1992). Oliveira et al., (2015b) avaliando os efeitos de diferentes doses de silício nas cultivares BMX Turbo RR e NA 5909 RR, verificaram que a cultivar BMX Turbo RR não apresentou resposta significativa para as doses de silício no que se refere à variável altura de planta, no entanto, a cultivar NA 5909 RR apresentou comportamento linear crescente.

Da mesma forma Júnior (2008) observou que a aplicação de diferentes doses de silício não proporciona diferença no desenvolvimento e nas características agronômicas da soja. No entanto Leite et al, (2011) avaliando crescimento inicial do algodoeiro submetido a adubação silicatada observou efeito significativo. Oliveira et al., (2016a) avaliando a influência de diferentes fontes de silício no desenvolvimento inicial de sorgo, constataram que a altura de planta foi influenciada positivamente pelo uso do Yoorin e negativamente pelo silicato de cálcio e magnésio.

Área foliar (AF)

A área foliar não apresentou diferença significativa com a aplicação das diferentes doses de K_2SiO_3 via sementes (Figura 4). Moreira et al, (2010) e Moraes et al, (2011) observaram que a aplicação de silício influencia positivamente a área foliar da soja e da cana de açúcar respectivamente. Ruppenthal et al, (2011) analisando a adubação silicatada na cultura da soja e sua influência na tolerância ao déficit hídrico, observaram que a área foliar reduziu. Contudo essa redução pode ser vista como uma ação positiva do silício em resposta ao estresse hídrico, já que o fornecimento do citado nutriente pode reduzir a taxa de transpiração das plantas (AGARIE et al., 1998), e plantas com área foliar menor transpira menos, conservando efetivamente, um suprimento de água limitado no solo por um período mais longo (TAIZ; ZEIGER., 2009).

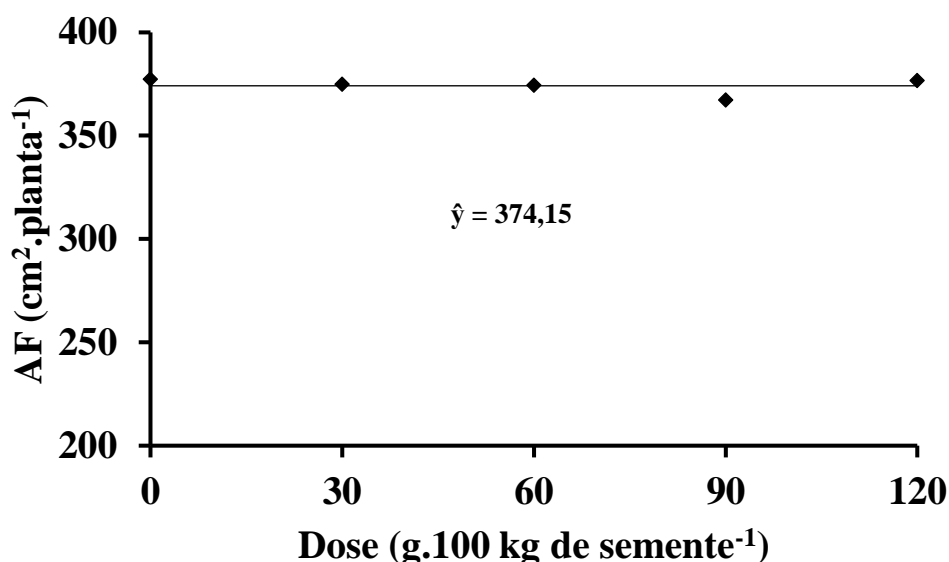


Figura 4. Área foliar (AF) de plantas de soja submetida a adubação silicatada via tratamento de sementes.

Diâmetro do caule (DC)

Observa-se na Figura 5 que as doses de silício utilizadas não promoveram efeito significativo no diâmetro do caule das plantas nas variedades de soja estudadas. Resultados semelhantes foram encontrados por Souza et al., (2009) onde o diâmetro do caule não respondeu as doses de silício aplicados via semente e via foliar. No entanto Leite et al (2011), Neri et al (2009) e Malfato et al (2014), constataram aumento no diâmetro do caule das plantas de algodão

e de milho respectivamente, quando adubadas com silício. Vale ressaltar que no presente trabalho as doses de silício foram fornecidas via tratamento de sementes, ou seja, fornecidas em pequenas quantidades, sendo assim, podem apenas influenciar no desenvolvimento inicial das plântulas, não influenciando o diâmetro do caule.

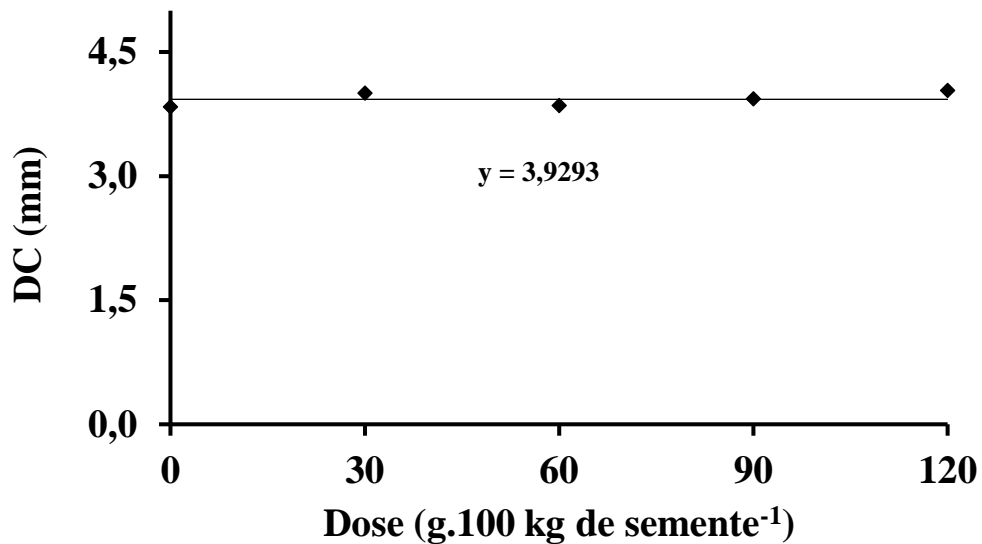


Figura 5. Diâmetro do caule (DC) de plantas de soja submetida a adubação silicatada via tratamento de sementes.

Crescimento radicular (CR)

Observa-se na Figura 6 que as doses de silício só influenciaram significativamente o crescimento radicular da variedade V1 (FTR 1186 IPRO), provocando um aumento de 41,4% no comprimento radicular.

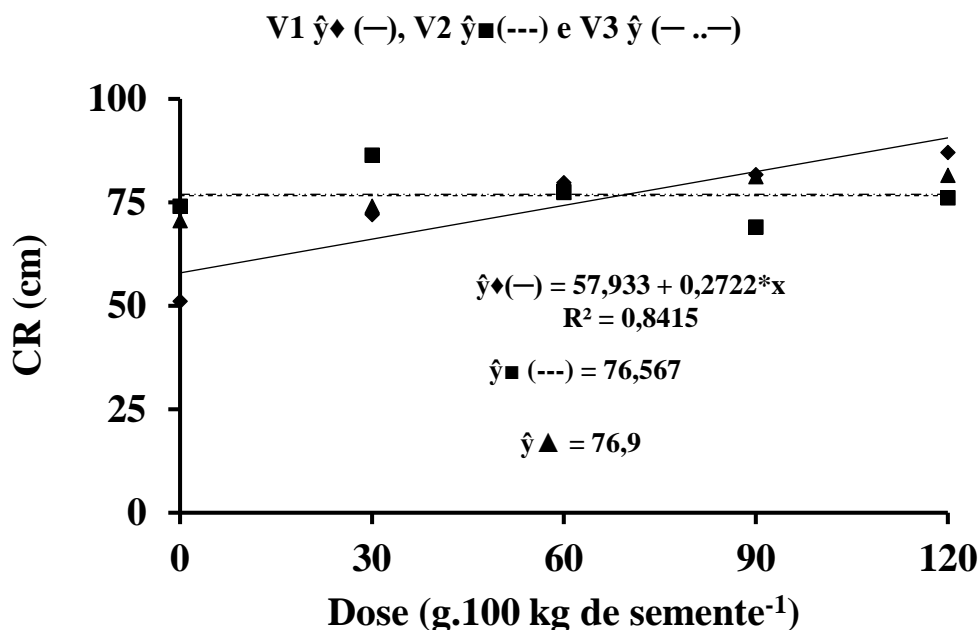


Figura 6. Comprimento de raiz (CR) das variedades de soja submetida a adubação silicatada via tratamento de sementes.

Esse comportamento diferenciado apresentado pela variedade V1 corroboram com os dados apresentados pela literatura atual, onde encontra-se relatos de autores sobre comportamentos distintos quando o fornecimento de nutrientes é feito via tratamento de sementes.

Oliveira et al, (2016b) avaliando diferentes fontes de silício no tratamento de sementes de arroz observaram que, no que se refere ao comprimento de raiz as plantas apresentaram diferença significativa para fonte caulium e não significativa para a fonte escória de forno. Sabe-se que a aplicação de silício pode resultar em um maior desenvolvimento da raiz Abadala, (2011), mas outros fatores também devem ser levados em consideração tais como características genéticas intrínsecas da cultivar, condições ambientais e condições de solo.

Diâmetro da raiz (DR)

Com relação a variável diâmetro de raiz é possível observar na Figura 7 que as doses de silício só influenciou significativamente a variedade V1 (FTR 1186 IPRO). Com a aplicação das diferentes doses crescentes de Silicato de Potássio houve um incremento de 26,7% no diâmetro do raiz.

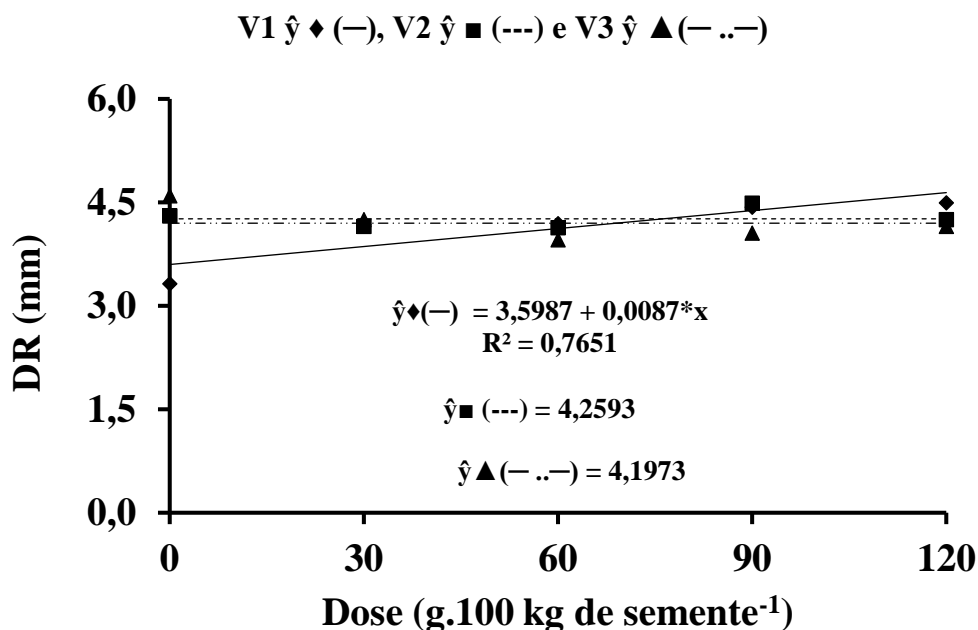


Figura 7. Diâmetro de raiz (DR) das variedades de soja submetida a adubação silicatada via tratamento de sementes.

Sávio et al, (2011) avaliando a influência de diferentes fontes de silício em gramíneas forrageiras observaram que não houve influência nas principais características agrônômicas tal como desenvolvimento radicular. Vale ressaltar que o silício é muito importante para o sistema radicular da soja, tendo em vista que, em plantios onde realiza-se adubação com silício, observa-se um aumento na formação de nódulos e na fixação de nitrogênio Figueira, (2007).

Massa seca da parte aérea (MSPA)

Observou-se efeito significativo na massa seca da parte aérea na variedade V2 (FTR 1192 IPRO), as demais variedades estudadas não foram influenciadas pelas diferentes dosagens de silício utilizadas, como mostra a Figura 8. O peso da massa seca da parte aérea da variedade V2, ajustou-se ao modelo quadrático, apresentando o menor valor de 1,65 g na dosagem de 60 (g.100Kg de semente⁻¹) de silício.

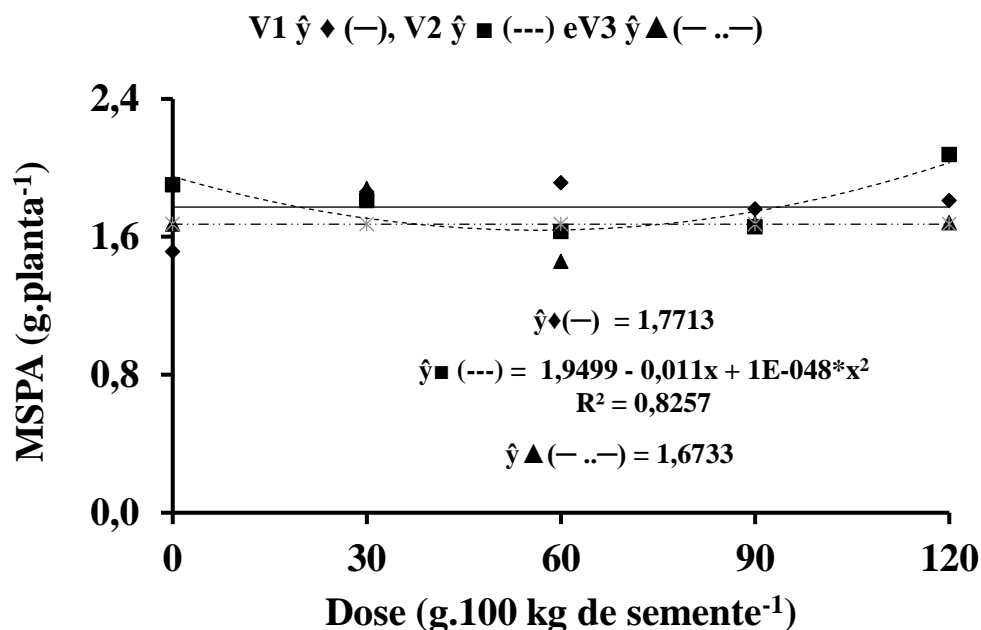


Figura 8. Massa seca da parte aérea (MSPA) das variedades de soja submetida a adubação silicatada via tratamento de sementes.

Sousa et al, (2010) avaliando diferentes efeitos do K_2SiO_3 na cultura do milho observaram variação significativa na massa seca da parte aérea. Da mesma forma Soratto et al, (2012) e Figueredo et al, (2008) observaram aumento na massa seca da parte aérea nas culturas do morango e da batata respectivamente. No entanto resultados discordantes foram encontrados por Ramos et al, (2013) para a cultura da abobrinha, onde não se observou influência do K_2SiO_3 nos componentes de crescimento. Crusciol et al, (2013) avaliando a influência da aplicação de ácido silícico via foliar na cultura do feijão, constaram uma maior produção de matéria seca.

Massa seca da raiz (MSR)

A massa seca de raiz não foi influenciada pelas diferentes doses de silício (Figura 9), sendo observada diferença significativa apenas entre as variedades, onde a variedade V2 (FTR 1192 IPRO) apresentou maior peso em relação às demais variedades estudadas.

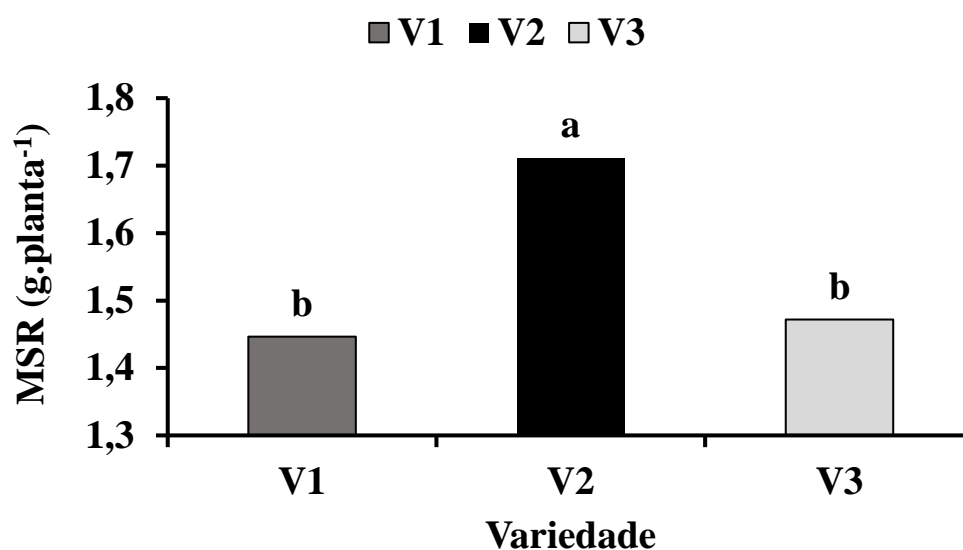


Figura 9. Massa seca de raiz (MSR) de diferentes variedades de soja, submetida à adubação silicatada via tratamento de sementes.

Accioly et al, (2012) observaram aumento linear na massa seca de raiz em bananeiras onde o silício foi fornecido via inoculação. Da mesma forma Paula et al, (2007) observaram maiores valores na massa seca da raiz quando aplicado silicato sem a realização da calagem. No entanto Ribeiro et al, (2011) constaram que a fertilização silicatada inibe o acúmulo de matéria seca de raiz na cultura do café após 130 dias de tratamento. Assim como Sousa et al, (2010) observaram que a aplicação de silicato de cálcio não influencia o peso da massa seca de raízes de braquiária brizantha.

5. CONCLUSÕES

A adubação com silício aplicado via sementes não interfere no índice de velocidade de emergência das plântulas de soja.

A variedade V3 mostrou o mesmo comportamento, mediante as doses de silício aplicadas, em todas as variáveis analisadas. Diferentemente das demais variedades estudadas, que mostraram destaque para as variáveis diâmetro de raiz, comprimento de raiz (variedade V1) e altura de plantas, massa seca da parte aérea, massa seca de raiz (variedade V2). O comportamento das variedades V1 e V2 pode ser atribuído a precocidade.

6. REFERÊNCIAS

ABDALLA, M. M. Beneficial effects of diatomite on growth, the biochemical contents and polymorphic DNA in *Lupinus albus* plants grown under water stress. **Agriculture and Biology Journal of North America**, v. 2, n. 2, p. 207-220, 2011.

ACCIOLY, A. M. A.; CONCIEÇÃO, E. G. J.; ALCOFORADO, P. A. U. G.; RODRIGUEZ, M. A. D. **Distribuição de silício em bananeiras inoculadas com *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense***, in: Fertibio 2012, Maceió-Al, 4p. 2012.

AGRIE, S.; UCHIDA, H.; AGATA, W.; KUBOTA, F.; KAUFMAN, P. B. Effects of silicone on transpiration and leaf conductance in rice plants (*Oriza sativa* L.) **Plant Production Science**, v.1, p. 89-95, 1998.

APROSOJA BRASIL; **Uso da soja**. Disponível em: < <http://aprosojabrasil.com.br/2014/sobre-a-soja/uso-da-soja/>> Acesso em: 05/11/2016.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento; **Levantamento de Safra (safra 2016/2017)**. Disponível em: < <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&>> Acesso em: 04/11/2016.

CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, P. R.; CASTRO, G. S. A.; COSTA, C. H. M. C.; NETO, J. F. Aplicação foliar de ácido silícico estabilizado na soja, feijão e amendoim. **Ciências Agrônômicas**, Fortaleza, v. 44, n. 2, p. 404-410, 2013.

DARONCO, M.V. **Óleos essenciais no tratamento de sementes de soja (*Glycine max* L.)**. Ijuí-RS, 2013. 50p. Trabalho de conclusão de curso (Agronomia) – Departamento de Estudos Agrários, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul.

DATNOFF, L. E.; RODRIGUES, F. A. SEEBOLD, K. W. Silicon and Plant Nutrition. In: Datnoff L. E.; Elmer W. H.; Huber D. M. (Eds.) **Mineral Nutrition and Plant Disease**. Saint Paul MN. APS Press. pp. 233-246, 2007.

DEREN, L.W.; DATNOFF, L.E.; SNYDER, G.H. **Variable silicon content of rice cultivars grown on Everglades Histosols**. **Journal of Plant Nutrition**, v. 15, p. 2.363-2.368, 1992.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; **Soja em números (safra 2015/2016)**. Embrapa Soja. Disponível em:

<www.embrapa.br/web/portal/soja/cultivos/soja1/dados-economicos> Acesso em: 17/10/2016.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análises de solo. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **A cultura da soja no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2000, 179p.

EPSTEIN, E. The anomaly of silicon in plant biology. **Proccedings National of Academy Science**, v. 91, p. 11-17, 1994.

FARIAS, J.R.B.; NEPOMUCENO, A.L.; NEUMAIER. **Circular Técnica 48 – Ecofisiologia da Soja**. ISSN 1516-7860. Londrina, PR. Setembro, 2007. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/downloads/cirtec/cirtec48.pdf>>. Acesso em: nov. de 2016.

FEDERIZZI, Luiz Carlos. A SOJA COMO FATOR DE COMPETITIVIDADE NO MERCOSUL: HISTÓRICO, PRODUÇÃO E PERSPECTIVAS FUTURAS. In. III Encontro CEPAN: Vantagens Competitivas dos Agronegócios no Mercosul, Porto Alegre, **CD dos Anais**, Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegocios – CEPAN/UFRGS, 2005.

FEHR, W. R., CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University, 1977. 12p. (Special Report, 80).

FIGUEIRAS, O. Silício na agricultura. **Pesquisa Fapep**, São Paulo, p. 72-74. 2007.

FIGUEIREDO FC; RODRIGUES CR; BOTREL PP; RODRIGUES TM. 2008. Benefícios do silício líquido solúvel em olerícolas. **Revista Campos & Negócios** 36: 50-51.

GROTHGE-LIMA, M.T. **Interrelação cancro da haste (*Diaporthe phaseolorum* f. sp. *meridionalis*), nodulação (*Bradyrhizobium japonicum*) e silício em soja [*Glycine max* (L.) Merrill]**. Piracicaba, 1998. 58p. Tese (Doutorado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo.

HYMOWITZ, T. On the domestication of the soybean. **Economic. Botany**. 1970, v. 23 p. 408-2.

JONES, L.H.P.; HANDRECK, K. A. Silica in soils, plant and animals. **Advances in Agronomy**, v. 19, p. 107-149, 1967.

JÚNIOR, P. P. **Doses de silício na produtividade de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] e suas características agronômicas**. Lavras, 2008. 37p. Dissertação (Mestrando em Fitotecnia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Lavras.

KOLCHINSKI, E. M.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T. Vigor de sementes e competição intra-específica em soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n.6, p.1248-1256, 2005.

KORNDÖRFER, G. H.; GASCHO, G. J. **Avaliação de fontes de silício para arroz**, in: I Congresso Nacional de Arroz Irrigado, Pelotas, p. 313-6. 1999.

LEITE, A. G.; JUNIOR, F. F. A.; LEITE R. P.; NETO, J. F.; ARAUJO, V. L.; BELTRÃO, N. E. M. **Crescimento inicial do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) BRS Topázio submetido à adubação silicatada e estresse hídrico**, in: 8º Congresso Brasileiro de Algodão & I Cotton expo 2011, São Paulo-SP, p. 835-839. 2011.

LIMA, E.V.; CRUSCIOL, C. A. C.; CAVARIANE, C.; NAKAGAWA, J. Características agronômicas, produtividade e qualidade fisiológica da soja “safrinha” sob semeadura direta, em função da cobertura vegetal e calagem superficial. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.1, p. 69 – 80, 2009.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres. 251 p. 1980

MALFATO, R. A.; MOURÃO, A. P. M. **Influência da adubação com silicato de potássio nos danos causados por *Spodoptera frugiperda* e na produtividade da cultura do milho**, in: 12º Encontro Científico Cultural Interinstitucional, São Paulo-SP, 8p. 2014.

MAPA – Ministério de Agricultura; **Soja**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/soja>> Acesso em: 05/11/2016.

MARSCHNER, H. **Mineral Nutrition of higher plants**. New York: Academic Press, 887 p. 1995.

MENDES, L. S.; SOUZA, C. H. E; MACHADO, V. J. Adução com silício: influência sobre o solo, planta, pragas e patógenos. **Cerrado Agrociências. UNIPAM**, Patos de Minas, v. 2, p.51-63, set. 2011.

MISSÃO, M.R.; Soja: Origem, Classificação, Utilização e uma visão. **Revista de Ciências Empresariais**, v.3, n.1, p.7-15, 2006.

MIYAKE, Y.; TAKAHASHI, E. Effect of silicon on the growth of soybean plants in a solution culture. **Soil Science and Plant Nutrition**, v. 31, p. 625-636, 1985.

MORAES, W. B.; JUNIOR, W. C. J.; MORAES, W. B.; ARAUJO, G. L.; SOUZA, A. F.; SILVA, M. V. Aplicação de silicato de potássio e crescimento foliar da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 6, n. 1, p. 59-64, 2011.

MOREIRA, A. R.; FAGAN, E. B.; MARTINS, K. V.; SOUZA, C. H. E. Resposta da cultura da soja a aplicação de silício foliar. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 26, n. 3, p. 413-423, July/Aug. 2010.

MÜLLER, L. Morfologia, anatomia e desenvolvimento. In: MIYASAKA, S.; MEDINAJ.C., (Eds). **A soja no Brasil**. 1981, p. 65-104.

NERI, D. K. P.; GOMES, F. B.; MORAES, J. C.; GÓES, G. B.; MARROCOS, S. T. P. Influência do silício na suscetibilidade de *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) ao inseticida lufenuron e no desenvolvimento de plantas de milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 6, p. 1633-1638, 2009.

OLIVEIRA, C. E. S.; MARTINS, G. L. M.; SANTOS, R. M. F.; CARNEIRO, D. E. F.; LUCHETI, B. Z. **Influência de fontes de silício no desenvolvimento inicial e teor de clorofila do híbrido de sorgo DKB 540**, in: Congresso Técnico científico da Engenharia e Agronomia – CONTEC 2016, Foz do Iguaçu-PR. 2016a.

OLIVEIRA, P.; BRUNES, A. P.; LEMES, E. S.; TAVARES, L. C.; MANEGHELLO, G. E.; LEITZKE, I. D.; MENDONÇA, A. O. Tratamento de sementes de arroz com silício e qualidade das sementes. **Ciências Agrárias**, Pelotas, v. 39, n. 2, p. 202-209, 2016b.

OLIVEIRA, S.; LEMES, E. S.; MENDONÇA, A. O.; DIAZ, L. W.; BRUNES, A. P.; LEITZKE, I. D.; MENEGHELLO, G. E. Tratamento de sementes de soja com silício: efeito na qualidade fisiológica e nas características agrônômicas. **Revista Cultivando o Saber**, v.8, n.2, p.215-230, 2015b.

OLIVEIRA, S.; LEMES, E. S.; MENDONÇA, A. O.; RITTER, R.; MENEGHELLO, G. E. Efeitos da aplicação de silício via sementes na produtividade e qualidade de sementes de soja. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n.19; p.9-21, 2014.

OLIVEIRA, S.; LEMES, E. S.; MENEGHELLO, G.; TAVARES, L. C.; BARROS, A. C. S. A. Efeitos da aplicação de silício via sementes na produtividade e qualidade de sementes de soja. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n.19; p.9-21, 2015a.

OLIVEIRA, S.; LEMES, E. S.; TAVARES, L. C. Tratamento de sementes: Ferramenta promissora e eficiente para o agricultor. **Seed News**, Pelotas. Ano. XVII, n. 2, 2013.

PAULA, T. O. M.; SANTOS, A. M.; VALADARES, S. V.; JUNIOR, C. F. C.; FERNANDES, L. A.; MARTINS, E. R.; ALVES, D. S. Influência do silicato no crescimento inicial e produção de flavonoides totais em *Demorphandra mollis* Benth. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 552-554, 2007.

PEREIRA, H. S.; KORNDÖRFER, G. H.; VIDAL, A. A.; CAMARGO, M. S. Fontes de silício para a cultura do arroz [Silicon sources for rice]. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 61, p. 35-42, 2010.

RAMOS, A. R. P.; SANTOS, R. L.; AMARO, A. C. E.; FUMES, L. A. A.; BOARO, C. S. F.; CARDOSO, A. I. I. Eficiência do silicato de potássio no controle do oídio e no desenvolvimento de abobrinha de moita. **Horticultura Brasileira**, v.31, p. 432-438, 2013.

REVISTA FUNCIONAIS E NUTRACÊUTICOS. **A soja: história, tendências e virtudes**. Editora Insumos, p. 28-40. São Paulo-SP, 2007. Disponível em: <http://www.insumos.com.br/funcionais_e_nutraceuticos/materias/76.pdf>. Acesso em nov. de 2016.

RIBEIRO, R. V.; SILVA, L.; RAMOS, R. A.; ANDRADE, C. A.; ZAMBROSI, F. C. B.; PEREIRA, S. P. O alto teor de silício no solo inibe o crescimento radicular de cafeeiros sem afetar as trocas gasosas foliares. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 939-948, 2011.

RODRIGUES, C. R.; RODRIGUES, T. M.; FIGUEIREDO, F. C. Aumento de qualidade e produção com aplicação de silício solúvel. **Revista Campo e Negócios HF**, Uberlândia, Ano 2, n. 24, p. 34-40. 2007.

RUPPENTHAL, V. 2011. Adubação silicatada na cultura da soja e sua influência na tolerância ao déficit hídrico. 71 f. Dissertação (Mestrado Agronomia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon-PR.

SANTOS, R.D.; LEMOS, R.C.; SANTOS, H.G.; KER, J.C. & ANJOS, L.H.C. Manual de descrição e coleta de solo no campo. 5.ed. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. 92p.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT**: user's guide version 9.2 (software). Cary. 2008.

SÁVIO, F. L.; SILVA, G. C.; TEIXEIRA, I. R.; BORÉM, A. Produção de biomassa e conteúdo de silício em gramíneas forrageiras sob diferentes fontes de silicato. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 103-110. 2011.

SEDIYAMA, T. (Ed.). **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina: Ed. Mecenas, 2009. 314p.

SEDIYAMA, T. et al. **Cultura da Soja – I Parte**. 3 Reimpressão. Viçosa: UFV, 1996. 96 p.

SORATTO RP; FERNANDES AM; CRUSCIOL CAC; SOUZA-SCHILICK GD. 2012. Produtividade, qualidade de tubérculos e incidência de doenças em batata, influenciados pela aplicação foliar de silício. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 47: 1000-1006.

SOUSA, J. V.; RODRIGUES, C. R.; LUZ, J. M. Q.; CARVALHO, P. C.; RODRIGUES, T. M.; BRITO, C.H. Silicato de potássio via foliar no milho: fotossíntese, crescimento e produtividade. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 26, n. 4, p. 502-513, July/Aug. 2010.

SOUZA, L. C. F.; ZANON, G. D.; PEDROSO, F. F.; ANDRADE, L. H. L. Teor de proteína e de óleo nos grãos de soja em função do tratamento de sementes e aplicação de micronutrientes. **Ciência e Agrotécnologia**, Lavras, v. 33, n. 6, p. 1586-1593, nov./dez., 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4ed. Porto Alegre: ARMED, 2009. 819p.

VIEIRA, A. R.; OLIVEIRA, J. A.; GUIMARÃES, R. M.; CARVALHO, M. L. M.; PEREIRA, E. M.; CARVALHO, B. O. Qualidade de sementes de arroz irrigado produzidos com diferentes dose de silício. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v. 33, n. 3, p. 490-500, 2011.

WISE, H; NIKOLIC, M; ROMHELD, V. Silicon in plant nutrition effects on zinc, manganese and boron leaf concentrations and compartmentation In: SATTELMACHER, B.; HORST, W. J (Ed.). **The apoplast of higher plants: Compartment of storage, transport and reactions**. London: Springer, 2007. p. 33-47.

ZELIN, E.; BUSSOLARO, I.; SIMONETTI, A. P. M. M. Aplicação de silício no controle de lagartas e produtividade da cultura da soja. **Cultivando o Saber**, Cascavel, v. 4, n.1, p.171-180, 2011.